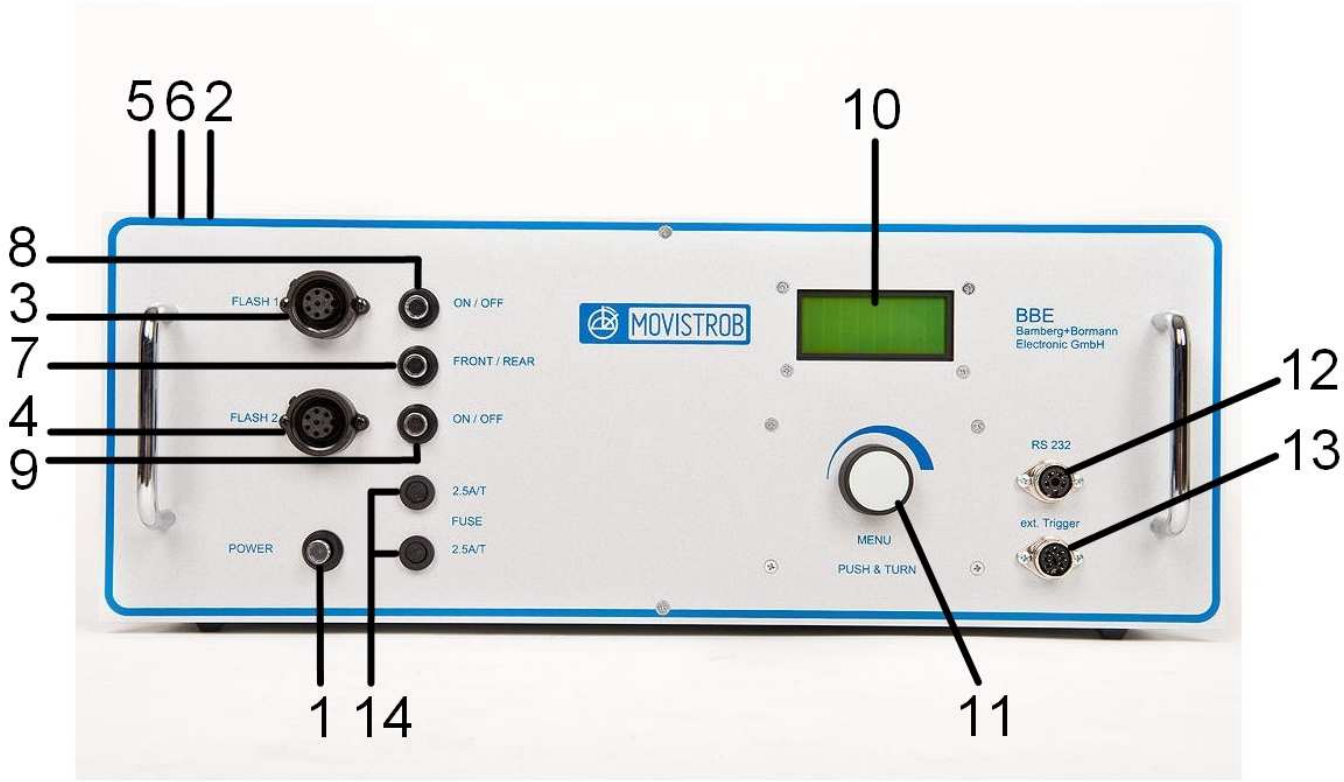
BENUTZERHANDBUCH

MOVISTROB® Baureihe 600

Hochleistungs - Stroboskop
Type 610.00 - 2GS / 19“



BBE Bamberg + Bormann - Electronic GmbH
Wiebelsheidestraße 45
D-59757 Arnsberg / Neheim-Hüsten
Tel.: 0049 (0)2932-547760
Fax: 0049 (0)2932-34675
Internet: http://www.bbe-electronic.de
e-mail: info@bbe-electronic.de

1. Einleitung

Jedes MOVISTROB® Erzeugnis durchläuft in seinen verschiedenen Produktionsphasen mehrfache Fertigungskontrollen und wird vor Verlassen des Werkes nochmals einer sorgfältigen Funktions- und Qualitätsprüfung unterzogen. Auch das hier gelieferte MOVISTROB® Produkt befindet sich in einem unseren hohen Qualitätsanforderungen entsprechenden funktionsfähigen Zustand. Alle technisch relevanten Daten über dieses Stroboskop sind elektronisch archiviert und jederzeit verfügbar.

Hinweis

Wir empfehlen Ihnen dringend, die nachfolgende Bedienungsanleitung aufmerksam und sorgfältig durchzulesen. Sie enthält neben der Funktionsbeschreibung auch wichtige Gefahrenhinweise, technische Informationen sowie Anwendungsanregungen.
Wir machen darauf aufmerksam, daß Garantieansprüche nicht geltend gemacht werden können, wenn die festgestellten Beanstandungen oder Defekte durch unsachgemäße Behandlung oder Betriebnahme verursacht oder eigenmächtige Veränderungen oder Eingriffe an unserem Produkt nachweisbar sind.

Gefahrenhinweis !!

Der stroboskopische Effekt kann ungeschulte Beobachter dazu verleiten, sich dem Bewegungsobjekt unvorsichtig zu nähern oder dieses gar zu berühren. Auch kann bei längerer Beobachtungsdauer das Gefühl für die Objektgeschwindigkeit verloren gehen. Daher Konzentration bewahren und ggf. Beobachtungspausen einlegen.
Personen mit eingeschränkten physischen, sensorischen oder geistigen Fähigkeiten dürfen das Gerät nicht benutzen, es sei denn, sie werden durch eine für ihre Sicherheit zuständige Person beaufsichtigt oder erhalten von der zuständigen Person Anweisungen, wie das Gerät zu benutzen ist.
Bei bestimmten Blitzfrequenzen können u.U. epileptische Anfälle ausgelöst werden.
Epileptiker oder epilepsiegefährdete Personen sollten daher bei Betrieb eines Stroboskopes rechtzeitig gewarnt bzw. vom stroboskopischen Ausleuchtungsbereich ferngehalten werden.

Achtung !

Gerät darf nur durch Fachpersonal oder vom Hersteller geöffnet werden.

2. Kurzbeschreibung

Das Hochleistungs-Stroboskop MS 600.10-2GS/19“ setzt sich aus 2 Teilen zusammen:

1. dem Steuergerät
   Enthält Netz-, Leistungs – und Prozessorteil sowie alle Bedienungselemente

2. den Blitzstrahlern (2 x Typ **GS** oder 2 x Typ **KS**)
   Das Gerät ist für 2 Blitzstrahler vorgesehen, die einzeln oder zusammen betrieben werden können.
   Es ist zudem möglich insgesamt 4 Strahler anzuschließen; jeweils 2 vorn und 2 hinten am Gerät, wobei entweder die vorn oder die hinten angeschlossenen betrieben werden können (über Drucktaster wählbar).
   Die Strahlertypen enthalten
   leicht auswechselbare Xenon-Hochleistungsstabröhren,
   einen "EIN-AUS“-Schalter
   sowie einen Befestigungs-Kippbügel.

Das Hochleistungs-Stroboskop dient zur Beobachtung des Bewegungsablaufes schneller periodischer bzw. auch quasiperiodischer Vorgänge sowie zur berührungslosen Messung von Dreh- oder Schwingungsfrequenzen. Durch die extrem hohe Lichtleistung der Quarz-Blitzröhre eignet sich die Anlage besonders für die Ausleuchtung großdimensionierter Objekte wie z.B. Druckmaschinen, Walzanlagen, Webstühlen, Kalander, Großgebläsen und -ventilatoren, im Flugzeug- und Schiffsbau, Fahrzeugbau (Crashtest) usw. Ebenso läßt sich das Gerät als Lichtquelle für Kurzzeitfotografie, mit deren Hilfe sich auch schnelle nichtperiodische Bewegungsvorgänge erfassen lassen, wie z.B. Stoß- und Falluntersuchungen, bestens einsetzen.
Neben der internen Synchronisation der Blitzfolgefrequenz kann über den Multifunktionsknopf **(11)** des mechanischen Drehgebers (Encoder), nachfolgend kurz **Mfk** genannt, am Steuergerät wahlweise eine externe oder auch netzsynchrone Steuerung der Blitzfolge vorgenommen werden.

Die Fremdtriggerung wird durch Kontaktschluß, Spannungsimpuls oder Lichtimpuls mit Hilfe geeigneter Geber ausgelöst. Wird auf diese Weise extern vom sich bewegenden Objekt gesteuert, so ergibt sich ein streng stehendes Bild des Objekts und zwar auch dann, wenn die Frequenz des periodischen Bewegungsvorganges Schwankungen unterliegen sollte. Auch bei dieser Betriebsart wird die gesteuerte Blitzfrequenz digital angezeigt. Ein Phasenschieber ermöglicht die zeitliche Impulsverzögerung bis max. 355°, wodurch die Beobachtung eines Bewegungsvorganges auch bei externer Triggerung in jeder beliebigen Bewegungsphase erfolgen kann.

Für die Untersuchung netzsynchroner Abläufe, so z.B. bei Schlupfmessungen, kann das Gerät durch Anwahl der Menüpunkte „**Line**“ direkt mit der Netzfrequenz gesteuert werden. Die Phasenlage läßt sich bei dieser Steuerungsart ebenfalls über den Phasenschieber (**Line Pha**) verändern.
Wie bei der externen Steuerung kann auch bei der netzsynchronen Betriebsart des Stroboskopes die Anzeige der Blitzfrequenz in Blitze pro Sekunde (**Hz**) oder Blitze pro Minute (**Rpm**) im Display angezeigt werden.

Das ansprechende und übersichtlich gestaltete Systemgehäuse des Steuergerätes ist aus Leichtmetall.
Die Kabellänge des Blitzstrahlers zur Kopplung mit dem Steuergerät beträgt 3 Meter, kann aber auf Wunsch bis max. 10 m verlängert werden.
Die Anschlußbuchse **(2)** des beiliegenden Netzkabels von 2 m Länge befindet sich zusammen mit den beiden Buchsen (**5** und **6**) für den evtl. Anschluß von 2 weiteren Strahlern auf der Rückseite des Gerätes.

3. Funktionsbeschreibung

3.1 Anschlußbuchsen (Frontseite: **3** u. **4**, Rückseite: **5** u. **6**) für Blitzstrahler Typ **GS** / **KS**

3.2 Sichtfenster für Digitalanzeige (**10**)

Im Rahmen des in der Bedienungsplatte einbezogenen Sichtfensters mit Hintergrundbeleuchtung wird die eingestellte Blitzfrequenz über 10 mm große LC-Ziffern angezeigt.
Die Meßzeit beträgt 1s bei einer Meßfolge von 2s. Die Meßgenauigkeit basiert auf Quarzzeitbasis. Sie beträgt ± 1 Umdrehung bei Anzeige **Rpm** (U/min).
Die Fehlergrenze bei Anzeige „ **Hz“** (Blitze pro Sekunde) liegt bei nur 0.02%.

3.3 Meßwertanzeige **Rpm / Hz**

Durch Drücken und Drehen des **Mfk** (**11**) erfolgt die Umschaltung der Anzeige in **Rpm** (= U/min) oder **Hz** (= Blitze/Sek.).

3.4 Einstellen der internen Blitzfolgefrequenz

Bei Drehung des Einstellknopfes **Mfk** im Uhrzeigersinn, symbolisch dargestellt durch einen Schweif, wird die Blitzfrequenz hoch- und bei entgegengesetzter Drehrichtung heruntergefahren.

3.5 Phasenverschiebung

Bei externer Triggerung oder netzsynchronem Betrieb läßt sich durch Anwahl des Menüs „**ExtPhase“** oder **„LinePha“** die Phasenlage der Lichtblitze gegen die Steuerimpulse stufenlos bis zu 355° verschieben.
Damit kann eine Beobachtung des Studienobjekts in seinen verschiedenen Bewegungsabschnitten vorgenommen werden.

3.6 Anschlußbuchse für Netzkabel (**2**)

Über die auf der Rückseite des Gerätes angebrachte Buchse wird das Steuergerät mittels des mitgelieferten 2 m langen Netzkabels an das Stromnetz angeschlossen.

3.7 Netz-Signaltaste **POWER** (**1**)

Bei gedrückter Taste (Signalfarbe rot) ist das Gerät eingeschaltet und sofort betriebsbereit.
Wird das Gerät über diesen Schalter ausgeschaltet, so bleibt der letztermittelte Messwert automatisch gespeichert und erscheint beim Wiedereinschalten als Anfangswert erneut im Display (**10**).

3.8 Menü zur Wahl der externen Steuerungsarten **Ext.Phase, Ext.Hz** und **Ext. Rpm,**

Dient zur Einstellung der gewünschten Synchronisationsart.
Durch Anschluß geeigneter Geber - wir empfehlen unsere Gebertypen 910 und 915 aus dem Zubehörprogramm - über die Diodenbuchse (**13**) kann die Blitzfolgefrequenz extern getriggert werden.

3.9 Menü zur Wahl der netzsynchronen Steuerungsarten **Line Pha, Line Hz** und **Line Rpm**

Bei Anwahl der netzsynchronen Steuerungsarten unter „**Line**“ wird automatisch die Frequenz des Betriebsnetzes eingespeist, in der Regel 50 Hz.
Diese Betriebsart erlaubt die Beobachtung aller netzsynchron ablaufenden Bewegungsvorgänge. Schlupfmessungen an Asynchronmotoren können somit leicht ausgeführt sowie Phasenschwankungen an Synchronläufern festgestellt werden.

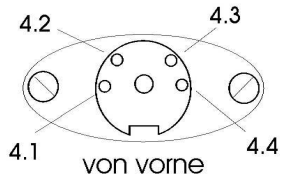
3.10 Eingangsbuchse für Fremdtriggerung **ext. Trigger (13)**

Die Kopplung des zur Steuerung verwendeten Impulsgebers mit dem Gerät (bei dieser Betriebsart muß das Menü **„Ext.Phase“**, **„Ext.Hz“** oder **„Ext. Rpm“** angewählt werden) erfolgt über die 7polige Diodenbuchse (**13**). Anschlußkontakte der Eingangsbuchse siehe 5.3

3.11 Eingangsbuchse RS 232 (**12**)

Über diesen Eingang kann das Gerät von einem PC ferngesteuert werden. Software auf Kundenanfrage.

Anschlussbelegung RS 232



4.1 - Ground
4.2 - R1 In
4.3 - T1 out
4.4 - frei (NC)

3.12 Blitzstrahler **GS** / **KS** (siehe unter Punkt 7. Technische Daten)

3.13 Lineare Xenon-Quarz Hochleistungsstabröhre

Die leicht auswechselbare Blitzröhre von extrem hoher Lichtintensität wird durch Druckfederkontakte beidseitig gehalten. Nach Lösen des Glas-Schutzrahmens ist die Blitzröhre frei zugänglich. Bei evtl. erforderlichem Austausch, wobei eine Abkühlzeit (ca. 10 Min.) eingehalten
werden sollte, wird durch leichtes Schieben nach rechts oder links der Druck einseitig entlastet und die Röhre kann herausgenommen werden. Bei auftretender Überlastung der Blitzlampe, zum Beispiel bei einem evtl. Durchzünden der Röhre, setzt automatisch eine Sicherheitsabschaltung ein.
Nach Abkühlung der Stabröhre wird diese selbsttätig wieder gezündet.

3.14 Umschalter (**7**) für Blitzstrahlerpaar (**3**) und (**4**) oder (**5**) und (**6**) (siehe auch Seite 8)

Über diesen Schalter lassen sich die Blitzstrahler nach Belieben ein- oder ausschalten.
In eingeschaltetem Zustand zeigt die Signaltaste „rot“ an. Jeder Strahler lässt sich noch über einen eigenen „EIN/AUS“-Schalter betätigen.
Die am Steuergerät eingestellte Blitzfrequenz bzw. Triggerfrequenz bleibt dabei erhalten.

4. Menue:

Die einzelnen Menüpunkte sind anwählbar durch Drücken (gedrückt halten) und Drehen des Multifunktionsknopfes **Mfk** (**11**)

Int. Hz	- interne Synchronisation mit Anzeige in Hertz (Hz) - siehe 5.1
Int. Rpm	- interne Synchronisation mit Anzeige in revolutions per minute (Rpm) (Umdrehungen pro Minute) - siehe 5.1
Ext Phase	- externe Synchronisation mit Anzeige der Phasenverschiebung in Grad - siehe 5.5
Ext HZ	- externe Synchronisation mit Anzeige in Hertz (Hz) - siehe 5.2
Ext. Rpm	- externe Synchronisation mit Anzeige in revolutions per minute (Rpm) (Umdrehungen pro Minute) - siehe 5.2
Line Pha	- Netzsynchronisation mit Anzeige der Phasenverschiebung in Grad - siehe 5.5
Line Hz	- Netzsynchronisation mit Anzeige in Hertz (Hz) - siehe 5.4
Line Rpm	- Netzsynchronisation mit Anzeige in revolutions per minute (Rpm) (Umdrehungen pro Minute) - siehe 5.4
Standby	- 1-10 Minuten in vollen Minuten oder ausgeschaltet (disabled) -> siehe 5.6

5. Handhabung

Zunächst wird der Blitzstrahler über das entsprechende Kabel mit der Anschlußbuchse (**3** und/oder **4)** bzw. (**5** und/oder **6**) des Steuergerätes verbunden. Die Verriegelung der Steckverbindung erfolgt durch Aufschrauben des Überwurfteils am Stecker auf das Gewinde der Anschlußbuchse. Danach wird das Steuergerät über das beiliegende Netzkabel mit dem Wechselstromnetz (Anschlußbuchse (**2**) auf der Rückseite des Gerätes) verbunden.
Nach dem Einschalten der Netz-Signaltaste „**POWER**“ (**1**) ist die Anlage betriebsbereit. Die Signaltaste zeigt die Farbe rot.
Bei Verwendung von 4 Strahlern kann eine Umschaltung der frontseitig oder rückseitig angeschlossenen Strahlerpaare über die Signaltaste (**7**) vorgenommen werden. Gleichzeitiger Betrieb beider Strahlerpaare ist nicht möglich.

5.1 Betrieb bei interner Synchronisation

Nach Betriebsbereitschaft der Anlage kann die gewünschte Blitzfolgefrequenz durch Drehen des **Mfk** (**11**), je nach Drehrichtung, herauf- oder heruntergeregelt werden. Falls bekannt, sollte der Bereich angewählt werden, in dem sich der Bewegungsablauf des zu untersuchenden Objekts abspielt.

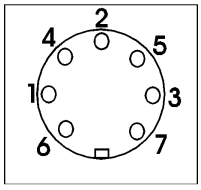
Die Arbeitsfrequenz ist in dem Fenster der LCD Digitalanzeige (**10**) nach Bedarf in **Hz** (Blitze pro Sekunde) oder **Rpm** (Blitze pro Minute = U/min) gut und kontrastreich gegenüber dem Tageslicht ablesbar.
Die entsprechende Anzeige kann durch Drücken und Drehen des **Mfk** (**11**) bestimmt werden.

5.2 Betrieb bei externer Synchronisation

Soll die Blitzfolgfrequenz extern gesteuert werden, z.B. durch Kontaktschluß, Spannungs- oder Lichtimpulse, so ist der Menüpunkt **„Ext Hz“** für Anzeige in Hz**, „Ext Rpm“** für Anzeige in Rpm oder **„Ext Phase“** für Anzeige der Phasenverschiebung anzuwählen**.**
Die Kopplung des zur Steuerung verwendeten Impulsgebers mit dem Gerät erfolgt über die 7-polige Eingangsbuchse für Fremdtriggerung (**13**). (siehe 5.3 - Anschlußkontakte der Eingangsbuchse)
Die Phasenverschiebung kann über Menüpunkt „**Ext Phase“** im Bereich bis 355° in 1° Schritten vorgenommen werden. (siehe 5.5 – Phasenverschiebung)

5.3 Anschlußkontakte der Eingangsbuchse **„ext Trigger „ (13)**

Pin 7.1 - 15V+
Pin 7.2 - Masse Trigger
Pin 7.3 - frei
Pin 7.4 - frei
Pin 7.5 - Masse
Pin 7.6 -Trigger Plus (Umax. 24V TTL)
Pin 7.7 – frei



Bei Kontaktauslösung (Kurzschluss) oder Sensorbetrieb Pin 7.2 und 7.5 im Stecker brücken.
Schaltkontakt = 7.1 und 7.6, Sensorschaltkontakt = 7.6(+) und 7.2/7.
Versorgungsspannung: Pin 7.1 (+) und 7.2 (Masse)

Beim Triggern über Schaltkontakte ist Kurzschlußbetrieb zulässig. Der Kurzschlußstrom liegt unter 2 mA, d.h. unter der zulässigen Höchststromstärke von 30 mA. Eine externe Spannungsquelle darf der Stromkreis nicht enthalten. Bei Triggerung über Fremdspannung wird der Lichtblitz längs der positiv gerichteten Flanke eines Impulses ausgelöst. Die Impulsspannung (Scheitelwert) sollte 24 V nicht überschreiten.
Die Ansprechschwelle liegt bei 10 Volt.
Bei einer über den Bereich von 320 Hz hinausgehenden Triggerfrequenz wird der Blitz abgeschaltet und der Wert nur noch im Display angezeigt.

5.4 Netzsynchroner Betrieb

Bei Anwahl des Menüfelds **„LINE“** wird die Frequenz des vorhandenen Betriebsnetzes, im Regelfall 50 Hz, automatisch eingespeist. Wie bei der externen Triggerung ist die Anzeige über den **Mfk** in **Hz** oder **Rpm** einstellbar. Die Phasenverschiebung kann über Menüpunkt „**Line Pha“** im Bereich bis 355° in 1° Schritten vorgenommen werden (siehe 5.5 – Phasenverschiebung).

5.5 Phasenverschiebung

Bei netzsynchronem Betrieb oder Fremdtriggerung kann über den eingebauten Phasenschieber mittels des **Mfk** (**11**) der frequenzauslösende Steuerimpuls zeitlich verzögert werden, wodurch die Beobachtung eines Bewegungsablaufs in jeder beliebigen Bewegungsphase ermöglicht wird. Die Phasenverschiebung umfaßt eine Periode von bis zu 355° max. Die Anzeige erfolgt in 1° Schritten auf dem Display. Die Veränderung der Phasenlage wird durch Drehung des Knopfes (**11**) in Schweifrichtung oder entgegengesetzt bewirkt.

5.6 Einstellen der Standbyzeit

Im letzten Menüpunkt **„Standby“** kann die Zeit im Bereich **1 min.** bis **10 min**. variabel eingestellt werden.
Die Standbyzeit ist werkseitig auf 5 Minuten eingestellt.
Drücken und drehen Sie den **Mfk** bis zum Menüpunkt **Standby**.
Lassen Sie nun die Tasterfunktion los und drehen sie die gewünschte Zeit ein. Durch Drücken und Drehen des **Mfk** (**11**) nach links kommen Sie zurück zur Menüwahl.
Die Anzeige „**disabled**“ setzt den Timer außer Betrieb. Das Gerät arbeitet damit im Dauerbetrieb.
Achtung: Dauerbetrieb kann die Lebensdauer der Röhre stark herabsetzen.

Nach Ablauf der eingestellten Zeit hört das Gerät auf zu blitzen. In der Anzeige steht „**Standby**“.
Durch Antippen oder Drehen des **Mfk** nach rechts oder links startet das Gerät wieder mit der zuletzt im Display angezeigten Blitzfolgefrequenz.

6. Auswechselung der Blitzröhre oder Sicherungen

Vorsicht! Arbeiten am Gerät dürfen nur bei gezogenem Netzstecker durchgeführt werden. Die eingebauten Kondensatoren sind selbstentladend, jedoch sollte man wenigstens **8 Minuten** vor Eingriff in das Gerät nach dem Ziehen des Netzsteckers verstreichen lassen.
Evtl. Restentladung der Kondensatoren mit einem Messgerät prüfen.
Bei schweren Funktionsstörungen oder Defekten sollte die Anlage stets an das Herstellerwerk oder eine autorisierte Kundendienststelle zur Überprüfung und Instandsetzung eingesandt werden.

Macht sich der Ausfall einzelner Blitze (Stottern) bemerkbar oder fällt die Blitzröhre ganz aus, so ist diese infolge Alterung oder mechanischer Beschädigung auszutauschen.
Nach Lösen der Halteschraube oder Klammer kann die Schutzscheibe des Strahlers mit Rahmen geöffnet werden.
Zunächst muß die Zündantenne, die sich neben der Druckfeder auf der Seite mit der größeren Reflektoraussparung befindet, gelöst werden.
Hiernach kann durch Gegendruck auf die Druckfederkontakte, in denen die Blitzlampe gehalten wird, die defekte Röhre herausgenommen und durch eine Ersatzröhre ausgetauscht werden.
Schwärzlicher Belag auf der Innenwandung des Brennrohres bei neuen Blitzlampen ist ohne Bedeutung.
Um eine einwandfreie Funktion der Blitzröhren zu gewährleisten, werden diese werkseitig vor dem Einbau oder Versand künstlich gealtert.

Hinweis: Schweiß- und Fettablagerungen am Brennrohr können die Lebenszeit der Blitzröhre u. U. erheblich verringern.
Es empfiehlt sich daher, beim Austausch der Blitzröhre synthetische Handschuhe oder entsprechende Tücher zur Vermeidung von Fingerabdrücken zu verwenden. Es kann unter Umständen bis zu einer Betriebsstunde dauern, ehe die neue Röhre einwandfrei, d.h. ohne zu stottern, arbeitet.

6.1 Auswechseln der Sicherungen

Die beiden im Gerät befindlichen Lastteile sind mit jeweils 1 Schmelzsicherung von 2,5 A/T (**14**), (für 115V AC eine 4A T Schmelzsicherung) die auf der Frontseite leicht zugänglich sind, abgesichert. Nach Lösen des Sicherungskopfes durch leichten Druck und gleichzeitiger Linksdrehung kann die Sicherung aus dem Halter entnommen und ggf. ersetzt werden.

7. Technische Daten MS 610.00-2GS/19“

Betriebsspannung:
230 V AC, 50-60 Hz
andere Spannungen auf Anfrage

Leistungsaufnahme:
je Kanal ca. 185 VA

Blitzröhre:
Xenon-Quarz-Stabröhre (Weißlicht)

Lichtintensität:
max. 6000 Lux in 50 cm Abstand vom Reflektor (Lichtachse)

Blitzdauer:
unterschiedlich nach Frequenzbereich
3 – 7 µs (Halbwert)

Frequenzbereich:
1 Hz - 320 Hz = 60 U/min - 19200 U/min

Bereichunterteilung:
automatische Bereichsumschaltung

Blitzstrahler:
Alugussgehäuse mit Befestigungsbügel
sowie „EIN-AUS“–Schalter,
lineare Blitzröhre,
Kabellänge 3 m

Steuergerät:
Systemgehäuse aus Leichtmetall,
Silber gepulvert

Digitalanzeige:
2 Zeilen mit je 8 Ziffern (Charakters)
10 mm hoch, Display beleuchtet

Fehlergrenze:
bei Anzeige U/min (Rpm): max. ± 1 Umdrehung
bei Anzeige Hz (Fl/Sec): max. 0,02%
(2 Stellen hinter Komma)

Steuerung:
intern, netzsynchron und extern

Phasenverschiebung:
eingebaut von 1° bis ≤ 355°,
kontinuierlich einstellbar

Anschluss der Blitzstrahler:
erfolgt über verschraubbare Anschlussbuchsen mit bis 4 Strahlern, jeweils 2 wechselweise oder gleichzeitig schaltbar.

Abmessungen für Blitzstrahler:
Breite: 190 mm, Höhe: 155 mm (ohne Bügel),
Tiefe: 130 mm, Gewicht: 1,6 kg (Type: **KS**)
Breite: 365 mm, Höhe: 235 mm (ohne Bügel
Tiefe: 198 mm, Gewicht: 4,0 kg (Type: **GS**)

Abmessungen für Steuergerät:
Breite Gehäuse: 440 mm, Breite Frontplatte: 482 mm,
Höhe: 182 mm, (inkl. Gummifüße),
Tiefe: 293 mm (ohne Bügel), Gewicht: 12,4 kg

Sonderzubehör:
Spezialschutzbrille 950.01, Infrarot-Reflexionsgeber 910, Induktionsgeber 915,

Blitzstrahler 600 GS

Strahler Typ 600 GS

Blitzstrahler 600 KS

Strahler Typ 600 KS

Maße:	**365 x 235 x 198 (GS)** **190 x 155 x 130 (KS)**
Gewicht:	**4,00 kg (GS)** **1,60 kg (KS)**
Kabellänge:	**3,00 m (Standart)** **Bis 10,00 m auf Wunsch**
15	**Xenon – Quarz Hochleistungsstabröhre** **Typ 4 – Art.-Nr. 11037**
16	**Xenon - Quarz Hochleistungsröhre** **Typ 6 - Art.-Nr. 11060**
17	**„EIN – AUS“ - Schalter für Blitzröhre**

Stand: März 2013
technische Änderung vorbehalten

8. Prinzip der Stroboskopie

Mit dem Stroboskop können schnell verlaufende, periodische Bewegungsvorgänge, denen das Auge nicht zu folgen vermag, der Beobachtung zugänglich gemacht und ihre Frequenz gemessen werden. Hierzu wird das schwingende oder rotierende Objekt in periodischer Folge durch möglichst kurze Lichtimpulse (Blitze) beleuchtet. Es erscheint dann - bei geeigneter Frequenz der Blitzfolge - dem Beobachter ruhend (stehendes Bild) oder in verlangsamter Bewegung (Zeitlupentempo). Objektverhalten und Bewegungsablauf können somit in allen Einzelheiten beobachtet werden. Bei niedrigen Frequenzen in der Blitzfolge (etwa abwärts 30 Hz) ist allerdings ein mehr oder weniger starkes Flimmern des Bildes unvermeidbar. Zur Konkretisierung der Anschauung sei dabei an eine musterfreie Kreisscheibe gedacht, die mit einer einzelnen exzentrischen Marke versehen ist.

8.1 Stehendes Bild des Objektes

Soll das rotierende Objekt (und damit die Marke) bei stroboskopischer Beleuchtung dem Beobachter als stehendes Bild erscheinen, so muß offensichtlich die Periode **T** der Blitzfolge ein ganzzahliges Vielfaches **n** der Rotationsperiode **r** sein:

$$T = Tn = nr.$$

Für die zugehörigen Frequenzen **f=1/T** und Drehzahlen **V=1/r** lautet diese Beziehung:

$$f = fn = 1/n \cdot v$$

Die höchste Blitzfrequenz **(n = 1)**, für die sich ein stehendes Bild des Objektes, d.h. der Marke, ergibt,

ist gleich der Drehzahl: **f1 = v** (stehende Bilder, in denen die Marke mehrfach auftritt, ergeben sich noch für Blitzfrequenzen **f > f1**).

Die im stehenden Bild beobachtete Phase der Rotation, d.h. der Drehwinkel im Zeitpunkt des Lichtblitzes, ist rein zufällig. Durch kurzzeitiges Ändern der Blitzfrequenz läßt sich jedoch die gewünschte Phasenlage einstellen. Entsprechend bewirken Drehzahlschwankungen eine Änderung der Phasenlage. Exakte Phasenkonstanz, d.h. ein streng stehendes Bild, läßt sich dadurch erzielen, daß die Steuerung der Blitzfolgefrequenz extern durch das sich bewegende Objekt erfolgt.

8.2 Drehzahl- bzw. Frequenzmessung

Zur Messung der Drehzahl **v** kann entweder die höchste Blitzfrequenz **f1=v** ermittelt werden, für die sich ein stehendes Bild des Objektes ergibt, oder aber es können zwei benachbarte Blitzfrequenzen **fn** und **fn+1** bestimmt und aus diesen die Rotationsfrequenz berechnet werden. Für die zu **fn** und **fn+1** gehörigen Perioden der Blitzfolge gilt:

$$r = T_{n+1} - T_n$$

daraus ergibt sich für die Frequenzen:

$$v = f_n \cdot f_{n+1} : f_n - f_{n+1}$$

8.3 Zeitlupenablauf der Bewegung

Weicht die Periode **T** der Blitzfolge geringfügig von einem ganzzahligen Vielfachen **Tn=nr** der Umdrehungszeit **r** des rotierenden Objektes ab, d.h.

$$T = (n+e)\, r \text{ mit } /e/ << 1,$$

so erscheint das Objekt nicht mehr ruhend, sondern es hat sich zwischen zwei aufeinander folgenden Blitzen um den Winkel $2\pi e$ gedreht. Ist **/e/** hinreichend klein, so nimmt das Auge einen stetigen, im Zeitlupentempo erfolgenden Bewegungsablauf wahr. Winkelgeschwindigkeit **w'**, mit der das Objekt scheinbar rotiert, ist gegeben durch:

$$w' = 2\pi v' = \frac{2\pi e}{T} = \frac{2\pi e}{(n+e)r} \approx \frac{2\pi e}{nr}$$

Vergleicht man dies mit der wahren Winkelgeschwindigkeit **w** des Objektes, so erhält man:

$$w' = e/n \cdot w$$

Für **e>0** (d.h. **T > Tn** bzw. **f < fn**) haben **w** und **w'** gleiches Vorzeichen, so daß wahre und scheinbare Rotation im gleichen Drehsinn erfolgen. Das umgekehrte gilt für **e < 0**.

Mit wachsendem **/e/** nimmt die Winkelgeschwindigkeit **w'** der scheinbaren Rotation zu. Schließlich wird der Winkel $2\pi e$ jedoch so groß werden, daß z.B. die Marke der rotierenden Scheibe bei zwei aufeinanderfolgenden Blitzen an deutlich getrennten Orten erscheint. Es ergeben sich dann andere Erscheinungen, die nachfolgend beschrieben werden:

8.4 Stehende Bilder von Scheinobjekten

Stehende Bilder des rotierenden Objektes ergeben sich - wie oben ausgeführt - für Blitzfolgeperioden **Tn=nT**. Darüber hinaus treten aber noch bei weiteren Blitzfrequenzen stehende Bilder auf. Sie stellen allerdings nicht das wahre Objekt, sondern Scheinobjekte dar.

Am Beispiel der rotierenden Scheibe mit einer exzentrischen Marke ist leicht ersichtlich, daß auch dann stehende Bilder auftreten, wenn

$$T = n/k \cdot r \quad \text{bzw. } f = k/n \cdot v$$

wobei **n** und **k** ganze, teilerfremde Zahlen sind. Das stehende Bild zeigt **k** Marken, die in den Ecken eines regelmäßigen **k**-Ecks angeordnet sind. Allerdings ergeben nur sehr wenige dieser theoretisch unendlich vielen Blitzfrequenzen beobachtbare Bilder. Denn bei **k** aufeinanderfolgenden Blitzen befindet sich an jeder Ecke des **k**-Ecks nur je einmal die Marke, aber (**k-1**)-mal keine Marke. Mit wachsendem **k** werden die Bilder also immer kontrastärmer. Am schärfsten erscheinen stets die Bilder des wahren Objektes (**k=1**). Ferner werden bei gegebenem **k** mit zunehmendem **n** die Bilder immer lichtschwächer, denn der Zeitabstand, in dem an einer Ecke des **k**-Ecks die Marke beleuchtet wird, beträgt **n** Rotationsperioden.
Schließlich dürfen sich die **k** Markenbilder nicht überlappen.
Insgesamt wird man nur bei nicht zu großen Werten von **n** und **k** beobachtbare Bilder erwarten dürfen.

Bei Objekten mit komplizierter Struktur werden deshalb die Bilder der Scheinobjekte meist in einem unstrukturierten Untergrund verschwinden.

8.5 Objekte mit endlicher Drehsymmetrie

In manchen Fällen ist die Achse des rotierenden Objektes eine mehrzahlige Symmetrieachse, d.h. das Objekt kommt durch eine Drehung um den Winkel **2/m** mit sich selbst zur Deckung. Im Beispiel der Kreisscheibe läßt sich dies z.B. durch **m** gleiche Marken realisieren, die in den Ecken eines regelmäßigen **m**-Ecks angeordnet sind. In diesem Fall ist in den oben abgeleiteten Beziehungen die Periodendauer **r** durch **r/n** zu ersetzen.
Stehende Bilder des wahren Objektes ergeben sich also für

$$\mathbf{Tn = n \cdot r/m \quad bzw. für \quad fn = 1/n \cdot m \cdot v}$$

Zusätzlich treten noch stehende Bilder von Scheinobjekten für

$$\mathbf{T = n/k \cdot r/m \quad bzw. \quad f = k/n \cdot m \cdot v}$$

auf (**k, m, n** ganze Zahlen).
Sind **k** und **n** teilerfremd gewählt, so erscheinen **k · m** Marken in den Ecken eines regelmäßigen **k · m**-Ecks.